

521.1004

**UNITED STATES PATENT & TRADEMARK OFFICE**

Re: Application of: **Wolfgang KREMERS, et al.**

Serial No.: To Be Assigned

Filed: Herewith

For: **SELF-RECOVERING CURRENT-LIMITING  
DEVICE WITH LIQUID METAL**

**LETTER RE: PRIORITY**

Assistant Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

July 31, 2001

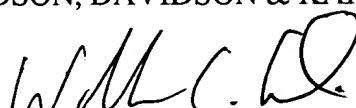
Sir:

Applicant hereby claims priority of the German Patent Application No. 19903837.6 filed February 1, 1999 through International Application Serial No. PCT/EP/00/00479, filed January 22, 2000.

Respectfully submitted,

DAVIDSON, DAVIDSON & KAPPEL, LLC

By



William C. Gehris  
Reg. No. 38,156

Davidson, Davidson & Kappel, LLC  
485 Seventh Avenue, 14<sup>th</sup> Floor  
New York, New York 10018  
(212) 736-1940

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



REC'D 15 MAR 2000  
WIPO PCT

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

**Bescheinigung**

Die Klöckner-Moeller GmbH in Bonn/Deutschland hat eine Patentanmeldung unter der Bezeichnung

"Selbsterholende Strombegrenzungseinrichtung mit Flüssigmetall"

am 1. Februar 1999 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht.

Der Firmenname der Anmelderin wurde geändert in:  
Moeller GmbH.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

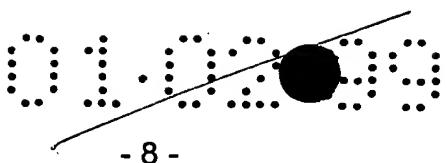
Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vorläufig das Symbol H 01 H 87/00 der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 22. November 1999  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

*Welle*

Aktenzeichen: 199 03 837.6





~~Belegexemplar  
Dort nicht geändert werden~~



### Z u s a m m e n f a s s u n g

#### **Selbsterholende Strombegrenzungseinrichtung mit Flüssigmetall**

5

Die Erfindung betrifft eine selbsterholende Strombegrenzungseinrichtung mit Flüssigmetall, die eine erste und eine zweite Elektrode (11; 12) und mehrere mit Flüssigmetall (8) teilweise aufgefüllte, zwischen den Elektroden (11; 12) hintereinander liegende Verdichterräume (3) enthält. Die Verdichterräume (3) werden durch druckfeste Isolierkörper (4; 5) und durch diese gehaltene isolierende Zwischenwände (6) mit Verbindungskanälen (9) gebildet. Ein mit der ersten Elektrode (11) verbundener erster Anschlußleiter (21) verläuft mit entgegengerichteter Stromrichtung unterhalb der Verdichterräume (3). Ein ferromagnetischer Körper (10) ist oberhalb der Verdichterräume (3) angeordnet.

10

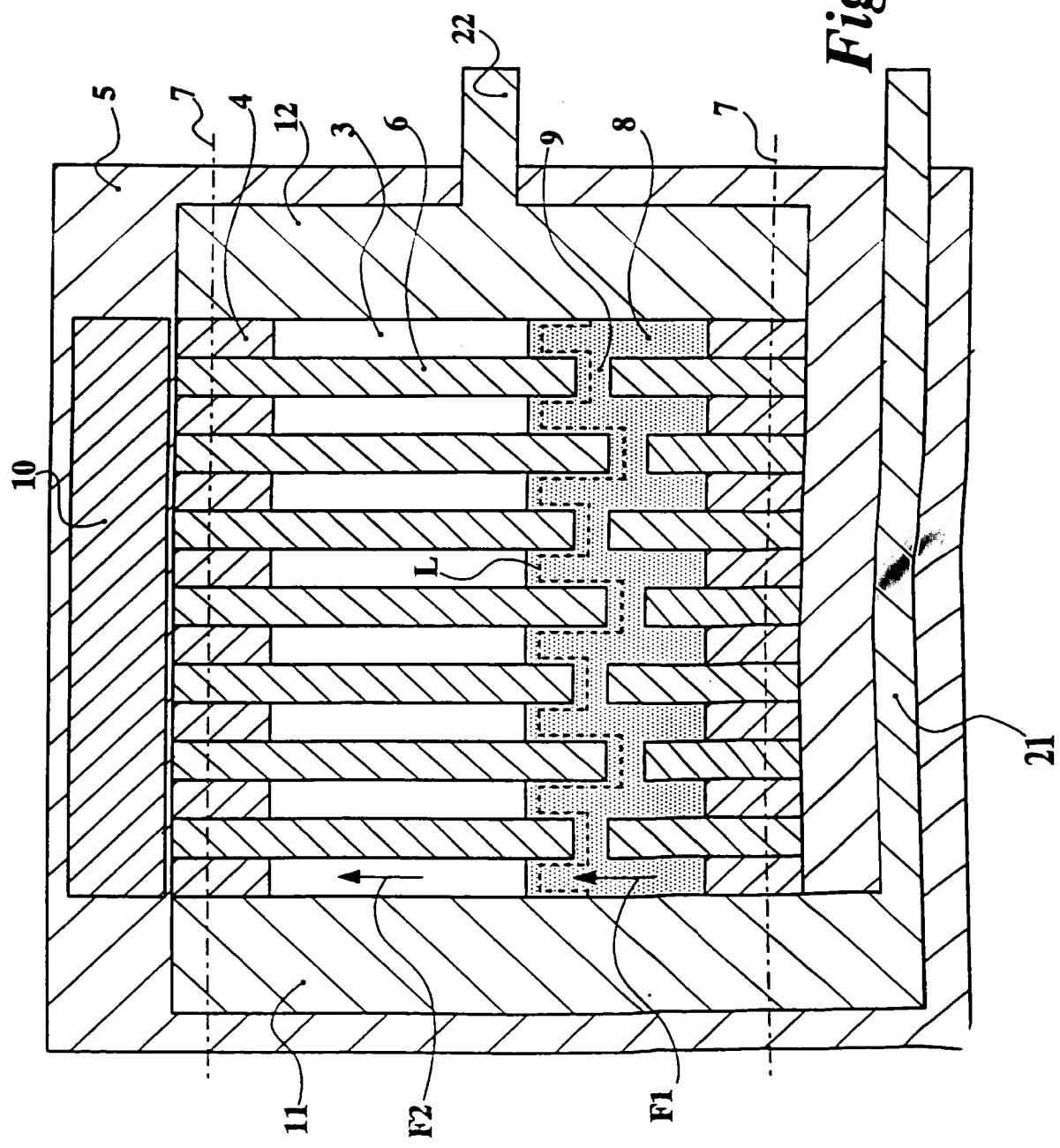
Fig. 1

15

01-00-00

4

Fig.1



B e s c h r e i b u n g**Selbsterholende Strombegrenzungseinrichtung mit Flüssigmetall**

5

Die Erfindung betrifft eine selbsterholende Strombegrenzungseinrichtung mit Flüssigmetall nach dem Oberbegriff des Anspruches 1.

Aus der Druckschrift SU 922 911 A ist eine selbsterholende Strombegrenzungseinrichtung bekannt, die Elektroden aus Festmetall enthält, die durch als druckfestes Isoliergehäuse ausgebildete erste Isolierkörper getrennt sind. Innerhalb des Isoliergehäuses sind durch isolierende Zwischenwände und dazwischen angeordnete zweite Isolierkörper, die als ringförmige Dichtscheiben ausgeführt sind, mit Flüssigmetall teilweise aufgefüllte, hintereinander liegende Verdichterräume ausgebildet, die untereinander über mit Flüssigmetall ausgefüllte, außermittig angeordnete Verbindungskanäle der Zwischenwände verbunden sind. Damit besteht im Normalbetrieb über das Flüssigmetall eine durchgehende innere leitende Verbindung zwischen den Elektroden. Im Strombegrenzungsfall wird infolge der hohen Stromdichte das Flüssigmetall aus den Verbindungskanälen verdrängt. Damit ist die elektrische Verbindung der Elektroden über das Flüssigmetall unterbrochen, was zur Begrenzung des Kurzschlußstromes führt. Nach Abschaltung oder Beseitigung des Kurzschlusses füllen sich die Verbindungskanäle wieder mit Flüssigmetall, worauf die Strombegrenzungseinrichtung erneut betriebsbereit ist. In der Druckschrift DE 40 12 385 A1 wird eine Strombegrenzungseinrichtung mit nur einem Verdichterraum beschrieben und als Medium über dem Flüssigkeitsspiegel Vakuum, Schutzgas oder eine isolierende Flüssigkeit erwähnt. Zur Verbesserung der Begrenzungseigenschaften sind nach Druckschrift SU 1 076 981 A die Verbindungskanäle benachbarter Zwischenwände gegeneinander versetzt angeordnet. Es ist nach Druckschrift DE 26 52 506 A1 bekannt, bei Kontakteinrichtungen Gallium-Legierungen, insbesondere GaInSn-Legierungen zu verwenden.



Bei Strombegrenzungseinrichtungen mit mehreren Verdichterräumen wird infolge der hintereinander liegenden Verbindungskanäle beim Auftreten eines Kurzschlusses durch die Anzahl der strombegrenzenden Teillichtbögen ein entsprechend hoher Spannungsabfall aufgebaut, der schließlich zur Unterbrechung des Kurzschlußstromes führt. Die bekannten Strombegrenzungseinrichtungen weisen allerdings einen zu hohen Strombegrenzungsfaktor, das heißt ein zu hohes Verhältnis zwischen Durchlaßstrom und zu begrenzendem Kurzschlußstrom, auf.

5

10 Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, das Strombegrenzungsverhalten einer Strombegrenzungseinrichtung, insbesondere hinsichtlich ihres Strombegrenzungsfaktors und ihrer Ansprechzeit, zu verbessern.

15 Ausgehend von einer Strombegrenzungseinrichtung der eingangs genannten Art wird die Aufgabe erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des unabhängigen Anspruches gelöst, während den abhängigen Ansprüchen vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung zu entnehmen sind.

20 Die durch den entgegengesetzten Stromverlauf im ersten Anschlußleiter und im Flüssigmetall hervorgerufenen abstoßenden elektromagnetischen Kräfte sowie die durch den ferromagnetischen Körper bewirkte Bündelung des Magnetfeldes lenkt den Strompfad innerhalb der Strombegrenzungseinrichtung in der Weise ab, daß einerseits ein im Kurzschlußfall entstehender Lichtbogen verlängert wird und anderseits bei höheren Strömen der sich einstellende Pinchdruck eine schnellere Abschnürung des Strompfades im Bereich der Verbindungskanäle bewirkt. Die hierbei maßgeblichen Magnetkräfte stehen im quadratischen Verhältnis zum Strom, so daß im Nennbetrieb die beschriebene Wirkung vernachlässigbar ist, dagegen im Bereich der Kurzschlußströme die positive Beeinflussung des Strombegrenzungsverhaltens

25

30 eintritt. Der beschriebene Wirkmechanismus ist selbstwirkend, das heißt, er beruht allein auf der auslösenden Wirkung eines Kurzschlußstromes und des sich daraus ergebenden Magnetfeldes.

Mit Vorteil lassen sich ferromagnetische Werkstoffe mit hohen bis sehr hohen relativen Anfangspermeabilitäten einsetzen; stellvertretend seien genannt Eisen sowie weichmagnetische Eisen-, Kobalt- oder Nickellegierungen, wie z.B. Permalloy oder Mu-Metall.

5

Für die erwünschte Bündelung des Magnetfeldes ist es zweckmäßig, wenn sich der ferromagnetische Körper über die Gesamtlänge der Verdichterräume erstreckt. Es ist vorteilhaft, den ersten Anschlußleiter bzw. den ferromagnetischen Körper durch die oder einen Teil der druckfesten Isolierkörper festzulegen und zu isolieren. Die Verlängerung des Lichtbogens wird noch zusätzlich durch die versetzte Anordnung der Verbindungskanäle erhöht.

10

Mit Vorteil ist als Flüssigmetall eine Gallium-Legierung zu verwenden. Insbesondere GaInSn-Legierungen sind einfach zu handhaben durch ihre physiologische Unbedenklichkeit. Eine Legierung aus 660 Gewichtsanteilen Gallium, 205 Gewichtsanteilen Indium und 135 Gewichtsanteilen Zinn ist bei Normaldruck von 10°C bis 2000°C flüssig und besitzt eine ausreichende elektrische Leitfähigkeit.

15

20

Weitere Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus dem folgenden Ausführungsbeispiel. In der zugehörigen einzigen Figur 1 ist im Längsschnitt eine erfindungsgemäße Strombegrenzungseinrichtung gezeigt.

25

30

Die einpolige Strombegrenzungseinrichtung 1 enthält zu beiden Seiten je eine Elektrode 11 bzw. 12 aus Festmetall, vorzugsweise Kupfer, die rotationssymmetrisch ausgebildet ist und in jeweils einen äußeren Anschlußleiter 21 bzw. 22 übergeht. Zwischen den Elektroden 11 und 12 befinden sich mehrere Verdichterräume 3, die durch eine entsprechende Anzahl von ringförmigen Dichtscheiben 4 sowie von isolierenden Zwischenwänden 6 gebildet werden. Durch ein Formgehäuse 5 werden die Elektroden 11 und 12, die Dichtscheiben 4 und die Zwischenwände 6 gehalten, wobei bekannte Mittel zum Abdichten der Verdichterräume 3 und zum kraftschlüssigen Verbinden der im Formgehäuse 5 gelagerten Elementen 11, 12, 4 und 6 vorgesehen, jedoch aus Gründen der

Übersichtlichkeit nicht dargestellt sind. Die Mittel zum Abdichten können beispielsweise Dichtringe zwischen den Dichtscheiben 4 und den Zwischenwänden 6 bzw. Elektroden 11, 12 sein. Die Mittel zum kraftschlüssigen Verbinden sind beispielsweise durchgehende Spannschrauben entlang der beiden Linien

5 7. Die beiden äußeren Verdichterräume 3 werden seitlich jeweils durch eine der Elektroden 11 bzw. 12 sowie durch eine Zwischenwand 6 begrenzt. Die inneren Verdichterräume 3 werden seitlich jeweils durch zwei Zwischenwände 6 begrenzt. Das im allgemeinen mehrteilige Formgehäuse 5 und die Dichtscheiben 4 sind druckfeste erste bzw. zweite Isolierkörper. Alle Verdichterräume 3 sind teilweise mit einem Flüssigmetall 8 ausgefüllt, beispielsweise einer GaInSn-Legierung. Oberhalb des Flüssigmetalls 8 befindet sich beispielsweise Vakuum. Die Zwischenwände 6 sind unterhalb des Flüssigkeitsspiegels mit Verbindungskanälen 9 versehen. Die Verbindungskanäle 9 sind ebenfalls mit Flüssigmetall 8 gefüllt.

10 15 Der zur linken, ersten Elektrode 11 gehörende linke, erste Anschlußleiter 21 wird innerhalb des Formgehäuses 5 unterhalb der Verdichterräume 3 entlang geführt und tritt auf der rechten Seite aus dem Formgehäuse 5 heraus. Der zur rechten, zweiten Elektrode 12 gehörende rechte, zweite Anschlußleiter 22 tritt ebenfalls auf der rechten Seite aus dem Formgehäuse 5 heraus. Über den Verdichterräumen 3 erstreckt sich ein im Formgehäuse 5 festgelegter ferromagnetischer Körper 10. Der zweite Anschlußleiter 21 verläuft so, daß der Strom durch das Flüssigmetall 8 und durch den zweiten Anschlußleiter 22 entgegengerichtet ist, wodurch eine erste elektromagnetische Kraftkomponente F1 auf den Strom im Flüssigmetall 8 ausgeübt wird. Die Wirkung des durch den ferromagnetischen Körper 10 beeinflußten Magnetfeldes übt eine zweite elektromagnetische Kraftkomponente F2 auf den Strom im Flüssigmetall 8 aus. Beide Kraftkomponenten F1 und F2 sind im wesentlichen nach oben gerichtet, aber im Nennbetrieb der Strombegrenzungseinrichtung 1 ohne 20 25 30 nennenswerte Auswirkung auf den Strom im Flüssigmetall 8. Beim Auftreten eines äußeren Kurzschlusses steigen allerdings die Kraftkomponenten F1 und F2 so weit an, daß der entstehende strombegrenzende Lichtbogen innerhalb der Verdichterräume 8 erheblich abgelenkt und damit verlängert wird. Dieser

Zustand wird durch die unterbrochene Linie L in Fig. 1 angedeutet. Durch den verlängerten mäanderförmigen Verlauf des Lichtbogens erhöht sich in einem wesentlichen Maße der Lichtbogenwiderstand. Durch das damit verkleinerte Verhältnis von Durchlaßstrom zu auslösendem Kurzschlußstrom wird mit der 5 Strombegrenzungseinrichtung 1 ein verbesserter Strombegrenzungsfaktor erreicht. Die Verlängerung des strombegrenzenden Lichtbogens wird zusätzlich durch die versetzte Anordnung der zu benachbarten Zwischenwänden 6 gehörenden Verbindungskanäle 9 gefördert.

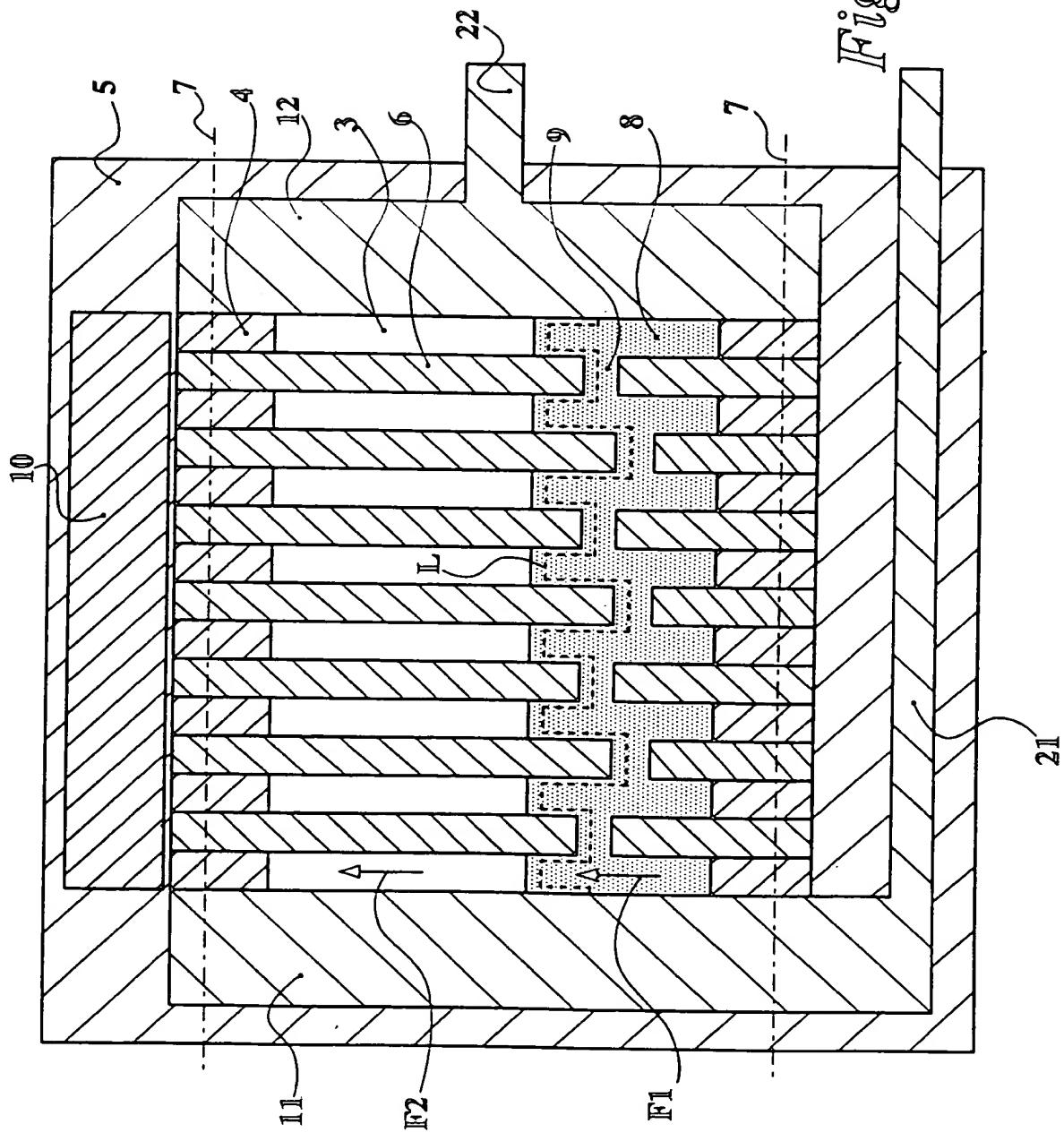
P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Selbsterholende Strombegrenzungseinrichtung mit Flüssigmetall, enthaltend pro Pol eine erste und eine zweite Elektrode (11; 12) aus Festmetall zum Anschließen an einen zu schützenden Stromkreis und mehrere mit Flüssigmetall (8) teilweise aufgefüllte, zwischen den Elektroden (11; 12) hintereinander liegende Verdichterräume (3), die durch druckfeste Isolierkörper (4; 5) und durch diese gehaltene isolierende Zwischenwände (6) mit Verbindungskanälen (9) gebildet werden, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein mit der ersten Elektrode (11) verbundener erster Anschlußleiter (21) mit entgegengerichteter Stromrichtung unterhalb der Verdichterräume (3) verläuft und daß ein ferromagnetischer Körper (10) oberhalb der Verdichterräume (3) angeordnet ist.
- 15 2. Strombegrenzungseinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der ferromagnetische Körper (10) aus einem Werkstoff mit einer relativen Anfangspermeabilität größer als 500 besteht.
- 20 3. Strombegrenzungseinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß sich der ferromagnetische (10) Körper im wesentlichen über die gesamte Länge aller Verdichterräume (3) erstreckt.
- 25 4. Strombegrenzungseinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß der erste Anschlußleiter (21) innerhalb des Isolierkörpers (5) verläuft.
- 30 5. Strombegrenzungseinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß sich der ferromagnetische Körper (10) durch den Isolierkörper (5) festgelegt ist.
6. Strombegrenzungseinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Verbindungskanäle (9) benachbarte Zwischenwände (6) versetzt angeordnet sind.

7. Strombegrenzungseinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Flüssigmetall (8) eine GaInSn-Legierung ist.

-1/1-

Fig. 1



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**